

Aufgaben Experimentalphysik

Ein Zug mit der Masse $3 \cdot 10^6$ kg fährt mit $v = 200$ km/h genau von Nord nach Süd über den 48. Breitengrad. Wie groß ist die Corioliskraft auf die Schienen? In welche Richtung wirkt sie?

Aufgaben RdP

Trudelnde Raumkapsel

Die Insassen einer Raumkapsel, die sich mit Winkelgeschwindigkeit ω um die Achse $\vec{n} \doteq (1, 1, 0)/\sqrt{2}$ durch ihren (im Ursprung ruhenden) Schwerpunkt dreht, sehen mit

$$\underline{\mathbf{r}}'(t)^\top = -\frac{1}{2}v_0t \left(3 - \cos \omega t, 3 + \cos \omega t, -\sqrt{2} \sin \omega t \right) \quad (\text{für } t < 0)$$

einen Meteoriten auf sich zukommen und rechnen schnell (weil sie die Matrix $D_{\vec{n},\phi}$ kennen) dessen „wirkliche“ Bewegung $\underline{\mathbf{r}}(t)$ im ruhenden Bezugssystem $\{\vec{e}_i = \vec{f}_i(t=0)\}$ aus.

Entartung

Der Eigenwert $E_0 = 1$ der 2×2 Matrix $H_0 = \mathbb{1}$ ist zweifach entartet, und damit jeder zweikomponentige Vektor $\vec{\psi}$ ein Eigenvektor. Das H_0 -System erfahre nun eine kleine Störung, und zwar

$$(a) H = H_0 + V \quad \text{mit} \quad V = \begin{pmatrix} 0 & \epsilon \\ \epsilon & 0 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad (b) \tilde{H} = H_0 + W \quad \text{mit} \quad W = \begin{pmatrix} 3\epsilon & 4\epsilon \\ 4\epsilon & -3\epsilon \end{pmatrix}.$$

Was sind die Eigenwerte E_1, E_2 und welche normierten Eigenvektoren $\vec{\psi}_{1,2}$ haben H und \tilde{H} ? Was geschieht im Grenzfall $\epsilon \rightarrow 0$?

Hintergrund: Die (stets zu normierenden) stationären Zustände $|\psi\rangle$ eines Quantensystems werden aus dem Eigenwertproblem $\hat{H}|\psi\rangle = E|\psi\rangle$ des Hamilton-Operators \hat{H} ermittelt, die Eigenwerte sind die Energieniveaus E . Der Eigenvektor $|\psi_0\rangle$ zum niedrigsten Eigenwert $E =: E_0$ heißt Grundzustand. Für einfache Probleme (Spin- $\frac{1}{2}$) ist H nur eine 2×2 -Matrix.